

**ANALISIS DAN SIMULASI SYMPATHETIC TRIP PADA GARDU
INDUK 150 KV WIROBRAJAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

12.6.0

PROYEK AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh :

Pupung Pamuji Nugroho

NIM. 16506134037

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2019

ANALISIS DAN SIMULASI SYMPATHETIC TRIP PADA GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP

12.6.0

Oleh :
Pupung Pamuji Nugroho
NIM. 16506134037

Abstrak

Tujuan proyek akhir ini adalah untuk mengetahui dan memahami tentang gangguan *sympathetic trip* dan analisis nilai setting *relay* pengaman arus lebih (*overcurrent*) dan gangguan tanah (*groud fault*) yang ada disistem distribusi tenaga listrik yang mengambil objek penelitian di Gardu Induk 150 KV Wirobrajan yang beralamat di Jl. R. E. Martadinata No. 1, Wirobrajan, Yogyakarta. Serta dapat melakukan pemodelan *single line diagram* dan setting *relay* pengaman pada gardu induk tersebut menggunakan data yang didapat yang selanjutnya dianalisis sehingga dapat dituangkan kedalam bentuk simulasi software ETAP 12.6.0, sehingga bisa disimpulkan bahwa gardu induk tersebut terdapat potensi gangguan *sympathetic trip* atau tidak.

Metode Analisis unjuk gangguan *sympathetic trip* di gardu induk 150 KV Wirobrajan ini dilakukan dengan melakukan, 1) pengajuan ijin observasi ke pihak PLN, 2) observasi dan pengambilan data di gardu induk, 3) pengolahan data dan analisis gangguan hubung singkat, 4) analisis setting *relay* arus lebih (*overcurrent*) dan gangguan tanah (*groud fault*), 5) pemodelan *single line diagram* di ETAP, 6) setting *relay* arus lebih (*overcurrent*) dan gangguan tanah (*groud fault*) di ETAP

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisis gangguan *sympathetic trip* di gardu induk 150 KV Wirobrajan sebagai berikut. kapasitas trafo sebesar 60 MVA dengan impedansi trafo sebesar 12,5%, impedansi sumber sisi 150KV sebesar 0,0061 Ohm, disisi 20KV sebesar 3,464 Ohm, nilai reaktansi trafo pada urutan positif/negatif 0,833 Ohm, urutan nol 2,5 Ohm, penghantar jenis A3C 240 mm² dengan impedansi urutan positif/negatif 0,1344+j 0,3158, urutan nol 0,2824+j 1,6033. analisis setting *relay* arus lebih TMS sebesar 0,20 detik, setting arus primer sebesar 1818,65 A, setting arus sekunder sebesar 0,909, waktu pickup 0,7 detik. analisis *relay* gangguan tanah TMS 0,26 detik, arus primer sebesar 112,16 A, setting arus sekunder 0,056, waktu pickup 0,7 detik. berdasarkan kurva trip dari setting data *relay* arus lebih dan gangguan tanah menunjukan tidak ada indikasi gangguan *sympathetic trip*. berdasarkan simulasi menggunakan ETAP gangguan *sympathetic trip* disebabkan oleh kesalahan setting *relay* arus lebih dan gangguan tanah, pengambilan *pickup time* dan pemilihan *curve*, untuk menghindari gangguan tersebut dianjurkan menggunakan *standard invers*

Kata Kunci : *Sympathetic Trip*, Gardu Induk, ETAP

ANALYSIS AND SIMULATION OF SYMPATHETIC TRIP AT SUBSTATION 150 KV WIROBRAJAN USING ETAP 12.6.0

By :
Pupung Pamuji Nugroho
NIM. 16506134037

Abstract

The purpose of this final project is to know and understand the disturbance of the sympathetic trip and analysis of the overcurrent and ground fault relay settings in the electric power distribution system that take the object of research at the 150 KV Wirobrajan Substation which is located at Jl . R. E. Martadinata No. 1, Wirobrajan, Yogyakarta. And can do a single line diagram modeling and setting of relays at the substation using the data obtained which is then analyzed so that it can be poured into the form of ETAP 12.6.0 software simulation, so it can be concluded that the substation has potential disruption of the sympathetic trip or not.

Method Analysis of the sympathetic trip disturbance at the 150 KV Wirobrajan substation is carried out by doing, 1) submitting permission for observation to the PLN, 2) observing and collecting data at the substation, 3) processing data and analyzing short circuit disturbances, 4) analysis of settings overcurrent and ground fault relays, 5) single line diagram modeling in ETAP, 6) setting overcurrent and ground fault relays at ETAP

Based on the analysis that has been done, the results of the analysis of sympathetic trip disturbances at the 150 KV Wirobrajan substation are as follows. 60 MVA transformer capacity with transformer impedance of 12.5%, 150KV side source impedance of 0.0061 Ohm, 20KV at 3.464 Ohm, transformer reactance value in positive / negative order 0.833 Ohm, zero sequence 2.5 Ohm, type conductor A3C 240 mm² with positive / negative sequence impedance $0.1344 + j 0.3158$, zero sequence $0.2824 + j 1.6033$. analysis of TMS overcurrent relay settings of 0.20 seconds, primary current setting of 1818.65 A, secondary current setting of 0.909, 0.7 seconds pickup time. TMS 0.26 second fault analysis relay, primary current 112.16 A, secondary current setting 0.056, 0.7 seconds pickup time. based on the trip curve of the relay data settings overcurrent and ground disturbances show no indication of a disturbance of the sympathetic trip. based on simulations using ETAP interference with sympathetic trips caused by fault settings for overcurrent relays and ground faults, taking pickup time and curve selection, to avoid such interference it is recommended to use standard inverses

Keyword : Sympathetic Trip, ETAP, Power Substation

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pupung Pamuji Nugroho

NIM : 16506134037

Program Studi : Teknik Elektro – DIII

Judul Proyek Akhir : Analisis Dan Simulasi *Sympathetic Trip* Pada Gardu Induk
150 KV Wirobrajan Menggunakan Software ETAP 12.6.0

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 Mei 2019

Yang menyatakan,



Pupung Pamuji Nugroho

NIM. 16506134037

LEMBAR PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

ANALISIS DAN SIMULASI SYMPATHETIC TRIP PADA GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0

Disusun oleh :

Pupung Pamuji Nugroho

NIM. 16506134037

Telah memenuhi syarat dan di setujui oleh dosen pembimbing untuk dilaksanakan
ujian proyek akhir bagi yang bersangkutan

Yogyakarta, 19 Mei 2019

Mengetahui

Ketua Program Studi

Disetujui

Dosen Pembimbing

Toto Sukisno, S.Pd.,M.Pd

NIP. 19740828 200112 1 005

Toto Sukisno, S.Pd.,M.Pd

NIP. 19740828 200112 1 005

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir

ANALISIS DAN SIMULASI SYMPATHETIC TRIP PADA GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0

Disusun oleh :

Pupung Pamuji Nugroho

NIM. 16506134037

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir Program Studi Teknik
Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada Tanggal 22 Mei 2019

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan

Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd

Ketua Penguji/Pembimbing

Dr. Drs. Giri Wiyono, M.T.

Sekretaris

Dr. Drs. Sukir, M.T.

Penguji

Tanda Tangan

Tanggal

19 Juni 2019...

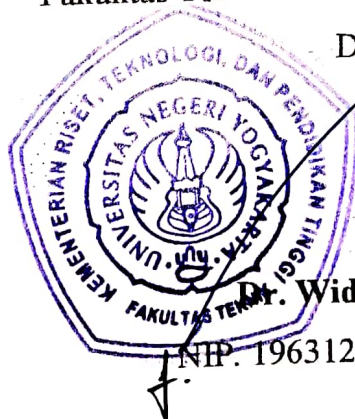
19 Juni 2019

19 Juni 2019

Yogyakarta, 20 Juni 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini dengan segala kelebihan dan kekurangannya saya persembahkan kepada :

1. Bapak Parjiyono & Ibu Ngatinem, selaku orang tua tercinta yang sudah memberikan dukungan moril maupun materiil dan senantiasa menyertai penulis disetiap situasi dan kondisi. Terimakasih atas segala do'a, semangat, pengorbanan, dan kasih sayang yang sangat berarti sampai saat ini.
2. Bapak Toto Sukisno, S.Pd.,M.Pd selaku dosen pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih atas bimbingan dan waktu yang diluangkan serta masukan-masukan yang telah diberikan.
3. Saudara Zahroni, April dan Afrizal selaku teman seperjuangan mengejar wisuda bulan Juni. Terimakasih atas waktu dan dukungannya dalam pengerjaan laporan proyek akhir.
4. Teman-teman Teknik Elektro D3 kelas B 2016. Terimakasih untuk dukungan dan semangatnya.
5. Almamaterku Universitas Negeri Yogyakarta.

MOTTO

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Dan Simulasi Sympathetic Trip Pada Gardu Induk 150 KV Wirobrajan Menggunakan Software ETAP 12.6.0”**. Penulis sadar tanpa bantuan berbagai pihak, Laporan Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana dengan baik. Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bantuan berupa bimbingan, dukungan, pendampingan dan nasehat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

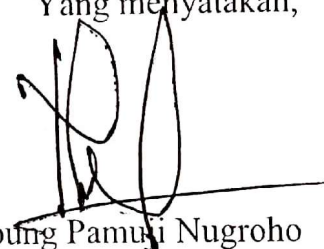
1. Dr. Widarto, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan persetujuan pelaksanaan Proyek Akhir.
2. Dani Gunawan, Selaku Supervisor di Gardu Induk 150 KV Wirobrajan yang telah memberi izin observasi dan pengambilan data.
3. Totok Heru, M.Pd selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro beserta dosen dan staff yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama penyusunan pra proposal sampai Laporan Proyek Akhir ini.
4. Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan banyak motivasi, koreksi dan bimbingan selama penyusunan Laporan Proyek Akhir.
5. Rustam Asnawi, ST., MT., PhD. selaku Penasehat Akademik Prodi D3 Teknik Elektro kelas B2 2016 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

6. Elvo Adinda Putra, Selaku Operator di Gardu Induk 150 KV Wirobrajan yang telah memberikan materi selama observasi di Gardu Induk 150 KV Wirobrajan
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro kelas B angkatan 2016 yang selalu memberi dukungan.

Penulis menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri Penulis dan pembaca terutama kalangan akademika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Yogyakarta, 29 Mei 2019

Yang menyatakan,



Pupung Pamuji Nugroho

NIM. 16506134037

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan.....	6
F. Manfaat.....	6
G. Keaslian Gagasan	7
 BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	9
1. Pengertian.....	9
2. Pengelompokan Jaringan	10
3. Sistem Proteksi.....	11
4. Gangguan-Gangguan.....	12
B. Relay Proteksi	16
1. Pengertian Relay Proteksi	16
2. Fungsi Relay Proteksi	16
3. Syarat Suatu Relay Proteksi	17
4. Komponen Relay Proteksi	18
5. Jenis Relay Proteksi	19

C. Karakteristik OCR Berdasar Waktu.....	21
1. <i>Instantaneous</i> OCR (Waktu Kerja Seketika)	21
2. <i>Definite Time</i> OCR (Waktu Kerja Tertentu).....	22
3. <i>Invers Time</i> OCR (Kerja Terbalik)	23
4. <i>Invers Define Minimum Time</i> OCR (IDMT).....	25
D. Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	26
1. Arus Hubung Singkat 3 Phase (L-L-L).....	26
2. Arus Hubung Singkat 2 Phase (L-L).....	27
3. Arus Hubung Singkat 1 Phase ke Tanah (L-G)	28

BAB III KONSEP DAN ALUR ANALISIS

A. Pengajuan Ijin Observasi dan Pengambilan Data di Gardu Induk	31
B. Observasi dan Pengambilan Data di Gardu Induk	32
C. Pengolahan Data untuk Analisis Arus Gangguan	35
D. Analisis Setting OCR dan GFR.....	36
E. Pemodelan <i>Single Line Diagram</i> di ETAP	37
F. Simulasi Setting Koordinasi Pengaman OCR dan GFR di ETAP	37
G. Pembuatan Laporan dan Penarikan Kesimpulan.....	38

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

A. Data dan Spesifikasi Peralatan	39
1. <i>Single Line Diagram</i> GI 150 kV Wirobrajan.....	39
2. Data dan Spesifikasi Transformator.....	41
3. Data dan Spesifikasi Relay OCR dan GFR.....	42
4. Data Setting Relay OCR dan GFR.....	43
5. Data Penghantar Penyulang (<i>Feeder</i>) Pada Tranformator 1 ..	44
B. Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	45
1. Menghitung Impedansi Sumber	45
2. Perhitungan Reaktansi Transformator.....	46
3. Perhitungan Impedansi Penghantar Penyulang	48
4. Perhitungan Impedansi Ekuivalen.....	51
C. Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	54
1. Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Phase (L-L-L)	54
2. Gangguan Arus Hubung Singkat 2 Phase (L-L)	55
3. Gangguan Arus Hubung Singkat 1 Phase-Tanah (L-G)	57
4. Perbandingan Arus Hubung Singkat WBN 1 dan WBN 4	58
D. Mencari Nilai Setting OCR dan GFR	58
1. Nilai Setting OCR di sisi Penyulang.....	61
2. Nilai Setting GFR di sisi Penyulang	63
3. Nilai Setting OCR di sisi <i>Incoming</i>	65

4. Nilai Setting GFR di sisi <i>Incoming</i>	67
5. Data Setting OCR dan GFR Hasil Perhitungan	69
E. Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6.0.....	70
1. Simulasi Arus Hubung Singkat.....	70
2. Simulasi Koordinasi Relay.....	71
3. Simulasi <i>Sympathetic Trip</i>	79
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	86
 DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN-LAMPIRAN	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sistem distribusi tenaga listrik	09
Gambar 2. Sistem pengelompokan distribusi tenaga listrik.....	10
Gambar 3. Sistem proteksi distribusi tenaga listrik	12
Gambar 4. <i>Wiring diagram relay</i> proteksi	16
Gambar 5. <i>Wiring diagram relay</i> arus lebih (OCR)	20
Gambar 6. <i>Wiring diagram relay</i> gangguan tanah (GFR)	21
Gambar 7. karakteristik relay waktu kerja seketika (<i>instantaneous</i>)	22
Gambar 8. Kurva karakteristik <i>definite time</i> OCR.....	23
Gambar 9. Kurva karakteristik <i>invers time</i> OCR	24
Gambar 10. Kurva karakteristik tipe modifikasi.....	25
Gambar 11. Karakteristik Arus Lebih IDMT.....	26
Gambar 12. Gangguan arus hubung singkat 3 phase	27
Gambar 13. Gangguan arus hubung singkat 2 phase	28
Gambar 14. Gangguan arus hubung singkat 1 phase ke tanah.....	29
Gambar 15. Diagram Alur Penelitian.....	30
Gambar 16. <i>Single Line Diagram</i> GI 150 kV Wirobrajan	39
Gambar 17. Titik Untuk Lokasi Gangguan.....	48
Gambar 18. Grafik Arus Ganggauan Hubung Singkat WBN 1	60
Gambar 19. Grafik Arus Ganggauan Hubung Singkat WBN 4.....	60
Gambar 19. Sistem Jaringan GI 150 kV Wirobrajan Dengan ETAP.....	72
Gambar 20. Hasil Kerja Relay Penyulang WBN 1	73
Gambar 21. Kurva Trip Penyulang WBN 1	74
Gambar 23. Setting OCR pada penyulang WBN 1	75
Gambar 24. Setting GFR pada penyulang WBN 1	75
Gambar 25. Hasil Kerja Relay Penyulang WBN 4.....	76
Gambar 26. Kurva Trip Penyulang WBN 4.....	77
Gambar 27. Setting OCR pada penyulang WBN 4.....	78
Gambar 28. Setting GFR pada penyulang WBN 4	78
Gambar 29. Kurva Trip WBN 1 dan WBN 4.....	79
Gambar 30. Kurva Trip Kondisi <i>Sympathetic Trip</i>	80
Gambar 31. Kesalahan Setting OCR dan GFR WBN 1	81
Gambar 32. Kesalahan Setting OCR dan GFR WBN 4.....	81
Gambar 33. Re-setting OCR dan GFR WBN 1	82
Gambar 34. Re-setting OCR dan GFR WBN 4	82
Gambar 35. Kurva Trip WBN 1 dan WBN 4 setelah re-setting	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Instrumen Spesifikasi Transformator 1	32
Tabel 2. Instrumen Spesifikasi Relay OCR dan GFR.....	33
Tabel 3. Instrumen Setting Relay OCR	34
Tabel 4. Instrumen Setting Relay GFR.....	34
Tabel 5. Instrumen Data Penghantar Penyulang (Feeder)	34
Tabel 6. Instrumen Impedansi urutan positif/negatif dan nol	35
Tabel 7. Instrumen Setting OCR dan GFR hasil analisis sisi incoming	36
Tabel 8. Instrumen Setting OCR dan GFR hasil analisis sisi feeder	37
Tabel 9. Spesifikasi Transformator 1 di GI 150 kV Wirobrajan.....	40
Tabel 10. Data Relay OCR dan GFR di GI 150 kV Wirobrajan.....	41
Tabel 11. Data Setting Relay OCR di GI 150 kV Wirobrajan.....	42
Tabel 12. Data Setting Relay GFR di GI 150 kV Wirobrajan	43
Tabel 13. Data Penghantar Penyulang (Feeder) Pada Tranformator 1	44
Tabel 14. Impedansi urutan positif/negatif dan nol	44
Tabel 15. Impedansi Urutan Positif/Negatif Penyulang WBN 1	49
Tabel 16. Impedansi Urutan Nol Penyulang WBN 1.....	49
Tabel 17. Impedansi Urutan Positif/Negatif Penyulang WBN 4	50
Tabel 18. Impedansi Urutan Nol Penyulang WB 4.....	50
Tabel 19. Impedansi Ekivalen Urutan Positif/Negatif WBN 1.....	52
Tabel 20. Impedansi Ekivalen Urutan Nol WBN 1	52
Tabel 21. Impedansi Ekivalen Urutan Positif/Negatif WBN 4.....	53
Tabel 22. Impedansi Ekivalen Urutan Nol WBN 4	53
Tabel 23. Arus Hubung Singkat 3 Phase Penyulang WBN 1	54
Tabel 24. Arus Hubung Singkat 3 Phase Penyulang WBN 4	54
Tabel 25. Arus Hubung Singkat 2 Phase Penyulang WBN 1	56
Tabel 26. Arus Hubung Singkat 2 Phase Penyulang WBN 4	56
Tabel 27. Arus Hubung Singkat 1 Phase-Tanah Penyulang WBN 1	57
Tabel 28. Arus Hubung Singkat 1 Phase-Tanah Penyulang WBN 4.....	58
Tabel 29. Perbandingan Arus Hubung Singkat WBN 1	59
Tabel 30. Perbandingan Arus Hubung Singkat WBN 4	59
Tabel 31. Data setting OCR dan GFR hasil perhitungan <i>Incoming</i>	69
Tabel 32. Data setting OCR dan GFR hasil perhitungan Penyulang	69
Tabel 33. 3 phase hasil perhitungan dengan simulasi pada WBN 1	70
Tabel 34. 3 phase hasil perhitungan dengan simulasi pada WBN 4	71
Tabel 35. 2 phase hasil perhitungan dengan simulasi pada WBN 1	71
Tabel 36. 2 phase hasil perhitungan dengan simulasi pada WBN 4	71

LAMPIRAN-LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Ijin Observasi	89
Lampiran 2. Surat Balasan Ijin Observasi.....	90
Lampiran 3. Impedansi Kabel Tegangan Menengah SPLN.....	92
Lampiran 4. Hasil Simulasi Arus Hubung Singkat WBN 1.....	93
Lampiran 5. Hasil Simulasi Arus Hubung Singkat WBN 4.....	101
Lampiran 6. Foto-Foto Dokumentasi.....	109